

Geologia de Ribes Blaves – Riera de Sant Jaume: Una prova pilot d'integració de la informació geològica amb aplicacions de realitat augmentada



Jordi Cerezo Mármol

Tutors: Albert Griera, David Gómez

Índex

Abstract	3
1. Introducció	4
2. Context regional	6
3. Metodologia	7
3.1 Cartografia, estudi petrogràfic i de difracció de raigs X	7
3.2 Desenvolupament de l'aplicació mòbil	9
4. Resultats	9
4.1 Descripció litològica.....	9
4.2 Descripció estructural	12
4.3 Difracció de raig X	15
4.4 Aplicació mòbil	15
5. Discussió	16
6. Conclusions	19
7. Bibliografia	20
8. Annex	22

Abstract

Aquest treball es centra en l'estudi de la falla del Vallès (transversal de Ribes Blaves, Olesa) i el desenvolupament d'una aplicació per a dispositius mòbils per a la divulgació geològica. Tot i ser la falla del Vallès una de les estructures més importants dels Catalànids, amb una amplada de farina de falla de 50-100m, s'han dut a terme molt pocs estudis. S'ha realitzat un estudi basat en cartografia de la zona, estudi petrològic i d'identificació dels minerals a partir de difracció de raig X (DRX). La zona de fractura està formada per roques de falla de tipus cataclasita i farina de falla rica en fil·losilicats (*clay gouge*). S'ha identificat una zonació d'intensitat de deformació de sud a nord, sent els límits de la falla condicionats per canvis litològics de la seqüència metasedimentària. A nivell estructural, la banda de deformació, és de tipus transpressiva amb extensió en vertical. Els anàlisis de DRX mostren que no hi ha formació de nous minerals, amb mineralogia molt semblant entre el protòlit i la farina de falla. Per altra banda, l'aplicació s'ha desenvolupat per al sistema operatiu *Android* mitjançant el programa *MIT App Inventor 2*. S'han provat tres tipus de mètodes: parades, panoràmica i itinerari. Les proves realitzades han estat satisfactòries, fent viable el desenvolupament d'aplicacions per a la divulgació geològica.

Este trabajo se centra en el estudio de la falla del Vallès (transversal de Ribes Blaves, Olesa) i el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles para divulgación geológica. Aunque la falla del Vallés es una de las estructuras más importantes de los Catalánides, con una anchura de harina de falla de 50-100m, se han hecho muy pocos estudios. Se ha realizado un estudio basado en la cartografía de la zona, estudio petrológico y de identificación de minerales a partir de difracción de rayos X (DRX). La zona de fractura está formada por rocas de falla de tipo cataclasita i harina de falla rica en filosilicatos (*clay gouge*). Se han identificado zonaciones de intensidad de deformación con dirección sur a norte, siendo unos límites de falla condicionados por la litología de la secuencia metasedimentaria. A nivel estructural, la banda de deformación, es de tipo transpresivo con extensión en vertical. Los análisis de DRX muestran que no hay neoformación de nuevos minerales, con una mineralogía muy similar a la del protolito i la harina de falla. Por otro lado, la aplicación se ha desarrollado para el sistema operativo *Android* usando el programa *MIT App Inventor 2*. Se han probado tres tipos de métodos: paradas, panorámica i itinerario. Las pruebas realizadas han sido satisfactorias, haciendo viable el desarrollo de aplicaciones para la divulgación geológica.

This study is focused on the roll of the Vallès fault (near Ribes Blaves, Olesa) and the development of an Android application which aims to divulgate geology. Although the Vallès fault is an important structure in the Catalan Coastal ranges, with 50 to 100m wide, there have been very few studies addressing the mineralogy and structure of the rock faults. This study is composed by cartography, petrological study and mineral identification using X ray diffraction (XRD). The fracture zone is composed by fault rocks, cataclasites and clay fault gouge (phyllosilicate rich rock). Field study evidences a structural zoning from south to north, with fault-boudaries inherited by variation of lithology. The deformation band is, from a structural point of view, a transpressive zone with horizontal shortening in the N-S direction and vertical extension. The XRD shows that there is no neoformation of new minerals, gouge rocks have similar mineralogy as the protolith. Otherwise, the application's been developed using the internet application *MIT App Inventor 2*. Three different methods were tested: stops, panoramic view and itinerary. The tests have been successful, and it looks feasible to develop mobile's applications focused on geological divulgation

1. Introducció

Aquest treball es focalitza en l'estudi de la falla del Vallès, a prop de Ribes Blaves (Fig. 1a) i el desenvolupament d'una aplicació per a dispositius mòbils per a la divulgació geològica.

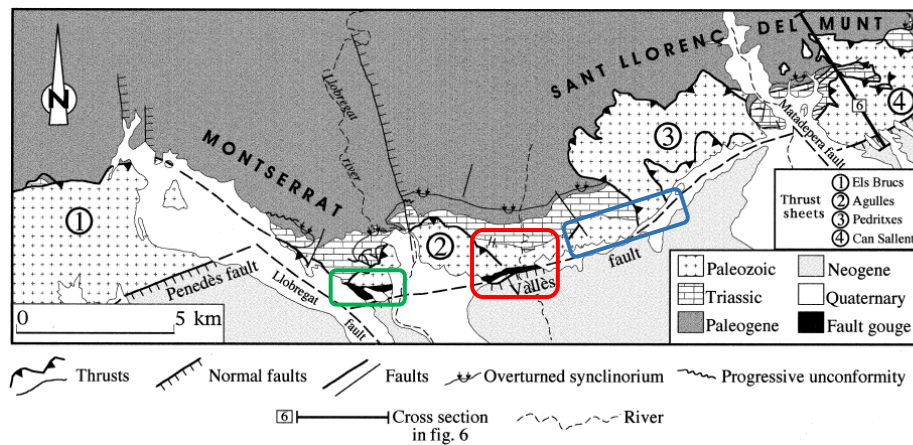


Fig. 1 Mapa geològic sintètic de les diferents zones d'estudi amb la seva localització, Ribes Blaves (vermell), Riera de Gaià i Can Corbera (blau) i la Colònia Sedó (Toro, 2013) (Verd). La zona de falla del Vallès posa en contacte els materials Paleozoics de la Serralada Costanera-Catalana amb els materials Miocens que rebleixen la fossa del Vallès al sud. (López-Blanco et Al. 2000).

Malgrat que la falla del Vallès-Penedès és una de les estructures més importants de la Serralada Costanera Catalana (o Catalànids) ha estat relativament poc estudiada (Julià i Santanach, 1984). A grans trets, ha estat interpretada com una falla poligènica, que durant la deformació Alpina va actuar com una falla direccional senestre (Cusià-Oligocè; Julià i Santanach, 1984) mentre va ser reactivada com a falla normal durant l'obertura del solc de València (Neogen; Roca i Guimerà, 1992).

A la zona de Ribes Blaves, la zona de falla posa en contacte el basament cambro-ordovicià amb els materials del miocè, a través d'una extensa franja de roca de falla (aprox. 50-100m) formada per farina de falla argilosa ("gouge"; Sibson, 1977). Aquest material és suposat que es va formar mitjançant la trituració de la roca en condicions superficials i que la composició mineralògica de la "gouge" hauria d'haver exercit un fort control en el seu comportament mecànic (Haynes et al., 2009).

Segons el model de Sibson (1977, 1979, Fig. 2) podem trobar dos grans grups de roques de falla que es diferencien pel grau de cohesió, en relació amb la profunditat de formació. A partir de 10 o 15km dominen les milonites, roques cohesives amb foliacions, originades per processos de deformació a escala cristal·lina i, per tant, condicionades per la temperatura. Per a condicions més someres, dominen els modes de deformació fràgil i friccional originant el desenvolupament de cataclasis (roques cohesives, sense foliacions, formades 5-10 km de profunditat) i de roques de falla no cohesives en forma de bretxes o "gouges". La classificació de Sibson no té en compte el protòlit, malgrat que aquesta és una característica determinant a l'hora d'entendre el comportament de la roca (Scholz, C.H. 2002). Així mentre que aquesta divisió és aplicable a un gran rang de litologies (sobretot quarzfeldspàtiques), les roques de falla provinents de la deformació cataclàstica de roques riques en fil·losilicats (e.g. pissarres, lutites, margues) originen un tipus especial de "gouge" anomenada "scaly clay-gouge" pel seu caràcter cohesiu. Ens els darrers anys, diversos autors (e.g. Haines and van der Pluijm, 2012) han observat que la composició de les argiles de la "gouge" exerceix un fort control en el comportament mecànic durant els períodes de deformació asísmica com també durant la

cosmíca. Així, alguns minerals com la clorita o la il·lita tendeixen a endurir mecànicament el material durant la deformació, mentre altres com la esmectita originen un fort afebliment amb la deformació (Haines and van der Pluijm, 2012).

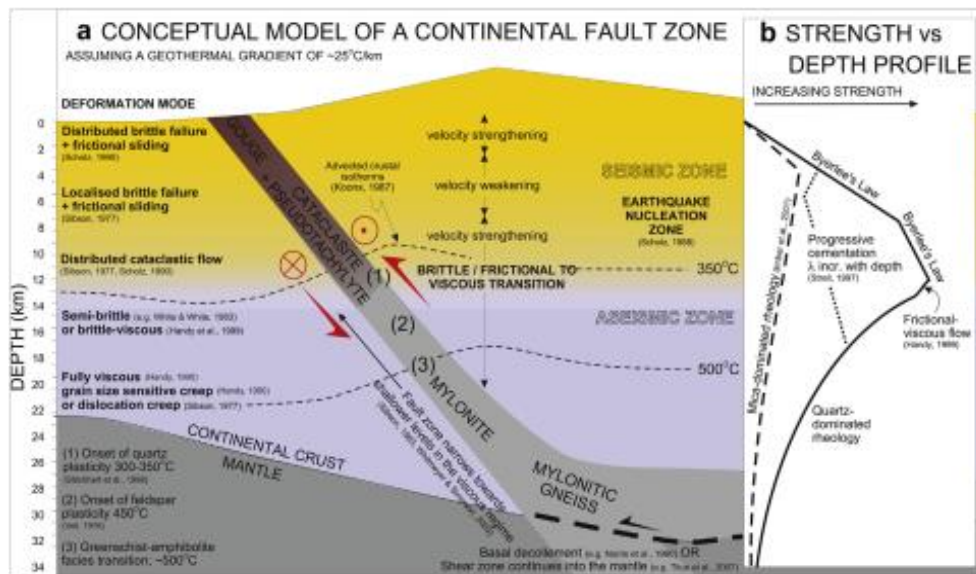


Fig. 2 Representació gràfica dels diferents dominis i modes de deformació en una zona de falla. Per a condicions superficials, la deformació és dominada per processos fràgils i friccionals. L'augment de profunditat fa augmentar la cohesió de la roca de falla. Notar la reducció de la resistència per a reologies riques en fil·losilicats respecte a les quars-feldspàtiques (Norris and Toy, 2014).

L'estudi té com a finalitat aprofundir a nivell estructural i petrològic sobre la dinàmica de la zona de falla a partir d'una cartografia i esquemes estructurals, i la identificació dels minerals amb especial èmfasi amb aquells minerals neoformats. El treball s'emmarca com una continuació de la temàtica del treball de final de grau de Toro (2013) a la zona de la Colònia Sedó. A diferència d'aquesta darrera zona on el traçat de la falla paleògena i neògena no coincideixen, a l'àrea de Ribes Blaves ambdues falles són coincidents i únicament és observable un dels dos blocs de basament. A primera vista podem pensar que per l'amplada de "gouge" a la zona de Ribes Blaves (mínim 50-100m), la falla Vallès-Penedès ha d'estar lligada a un gran desplaçament, i que atenent el model de Sibson, la roca de falla s'hauria d'haver format en condicions superficials (<4 km; Julià i Santanach, 1984). Les roques afectades són, principalment, pissarres paleozoiques amb una marcada foliació que han estat fortament retreballades (plegades, fragmentades, reorientació de fil·losilicats). Tot i el caràcter fragmentat d'aquesta roca i una distribució de la deformació molt heterogènia, es poden identificar bandes de localització on es produeix una forta fragmentació de grans. Aquestes bandes però indiquen desplaçament molt baix.

Ens els darrers anys, l'augment de les capacitats dels dispositius mòbils permeten noves formes per divulgar la informació geològica. Aprofitant que l'àrea d'estudi (Ribes Blaves i Riera de Sant Jaume) és un espai inclòs a l'inventari d'Interès Geològic de Catalunya es va plantejar la possibilitat de desenvolupar un prototipus d'aplicació per a dispositius mòbils. Els objectius són intentar dissenyar una aplicació que permeti la localització i la visualització de la informació geològica. L'aplicació s'ha desenvolupat per al sistema operatiu (SO) Android degut a una major facilitat d'eines per programar i dissenyar l'aplicació. En un primer moment es va plantejar d'utilitzar la biblioteca Wikitude SDK (<http://www.wikitude.com/products/wikitude->

sdk/) que té utilitats de geoposicionament, identificació d'elements a partir de la càmera i tecnologia de realitat augmentada. Això potencialment ens podria permetre desenvolupar una aplicació que de forma automàtica reconegués un aflorament o un paisatge i el dispositiu visualitzés una capa d'informació geològica superposada a la imatge. D'aquesta manera es podrien mostrar o indicar estrats i, estructures d'una manera més senzilla i clara. Una vegada carregada la capa es podria interactuar amb la pantalla perquè ens proporcionés informació de cada element representat. Aquestes funcionalitats no són noves ja que ja són utilitzades per algunes aplicacions com iGeology (<http://www.bgs.ac.uk/igeology/home.html>). Però, ja a l'inici, es va constatar que requerien uns coneixements avançats en programació (e.g. Java) i molt més temps de dedicació, pel que es va optar per una forma alternativa, dissenyant dues eines diferents (1) Wikitude, una aplicació de realitat augmentada i (2) MIT App Inventor 2, una interfície d'internet que permet dissenyar aplicacions sense coneixements de programació.

2. Context regional

La zona de falla del Vallès, de direcció aprox. ENE-WSW, es troba al límit sud de la Serralada Prelitoral. Geològicament parlant, l'àrea d'estudi és la zona d'enllaç entre la Serralada Costanera Catalana i la depressió del Vallès-Penedès, al límit sud del horst de la Serra Prelitoral. La falla separa els materials del sòcol Varisc dels materials del Miocè.

A nivell tectònic, el conjunt d'estructures és complex i poligenètica, ja que a més de les estructures de l'orogènia Varisca, almenys s'han superposat altres dues fases deformatives: en primer lloc l'orogènia Alpina (Ilerdià-Eocè Superior; Julià i Santanach, 1984), fruit de la convergència entre Iberia i Euràsia i que origina la formació dels Pirineus i la Serralada Costanera Catalana separades per la conca d'avantpaís de l'Ebre (Zoetemeijer et al., 1990), i en segon lloc, un episodi extensiu durant el Neogen degut a l'obertura del solc de València i desplaçament del domini d'Alboran (Roca i Guimerà, 1992).

Durant la convergència Alpina, i segons López-Blanco (1994), dos episodis compressius es poden diferenciar. El primer està caracteritzat per encavalcaments de vergència cap a la conca d'avantpaís, amb retroencavalcaments associats que involucren repeticions de la cobertura Triàsica i del sòcol. El segon té un escurçament més pronunciat i involucra la cobertura Paleògena i que es caracteritza per grans encavalcaments fora de seqüència (e.g. Làmines del Bruc, Pedritxès; López-Blanco et al., 2000). Aquests encavalcaments tenen un traçat irregular a causa de la intersecció de rampes laterals amb rampes frontals, zones on podem trobar els ventalls al·luvials de Montserrat i Sant Llorenç.

El bloc superior d'aquesta estructura està afectat per la falla del Vallès, que durant l'orogènia Alpina actua com una banda de deformació transpressiva de tipus direccional i sentit de cisalla senestre (Julià i Santanach, 1984). En general, aquesta banda es desenvolupa principalment afectant pissarres i metagrauques d'edat Cambro-Ordovicià (ICGC, 2002), tallats per un conjunt de pòrfirs i venes de quars, i desenvolupa una banda de farina de falla (i.e. *gouge*) d'amplada entre 50-100m. Atenent a Julià i Santanach, (1984), la profunditat màxima que es va originar la *gouge* és de 700 metres. Aquesta estructura va ser aprofitada en algunes zones durant l'extensió Neògena per crear la fossa del Vallès – Penedès, desenvolupant els horsts de la Serralades Litoral i Prelitoral, i el semigraben del Vallès-Penedès (Roca, 1992).

3. Metodologia

3.1 Cartografia, estudi petrogràfic i de difracció de raigs X

S'ha utilitzat com a base de l'estudi el mapa geològic de l'ICGC d'Olesa de Montserrat (1:25.000) que s'ha completat a partir d'una cartografia estructural de la zona de Ribes Blaves. Per tal d'aprofundir en una major sistemàtica de les roques de falla, i similar a altres autors (e.g. Dor et al., 2006), s'ha definit una escala qualitativa de graus de pulverització (Q1-Q5; veure Fig. 12 de l'annex) a partir de la fragmentació dels dics de quars i la roca encaixant. D'aquesta forma s'ha diferenciat entre quars massiu amb poques fractures (Q1), agregat de quars fracturat però encara massiu (Q2), agregat totalment trencat en blocs angulars (Q3), agregat amb aspecte sucros o terrós (quars de gra molt fi) però on encara s'identifiquen fragments angulars (Q4) i, finalment, agregat de quars en pols, de mida submil·limètrica i on no s'identifiquen fragments angulars (Q5).

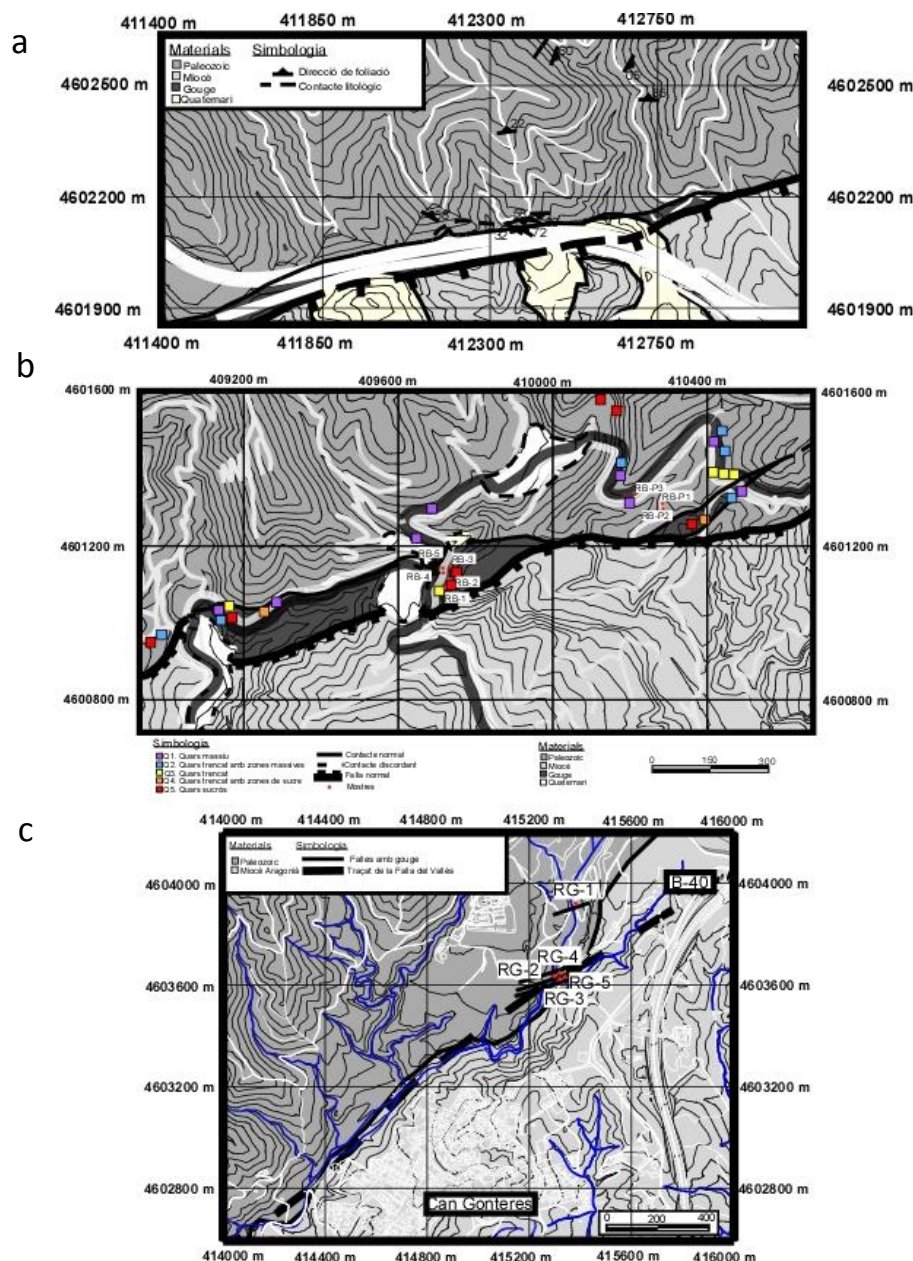


Fig. 3 Mapes simplificats de (a) Can Corbera, (b) Ribes Blaves i (c) la Riera de Gaià amb la localització de les mostres i intensitat de pulverització venes de quars (nomès b). (a i c) modificats del geològic de la zona (ICGC 2002).

Les mostres per a l'estudi petrogràfic i d'identificació de minerals a partir de difracció de raig X (DRX), s'han recollit a dues localitats diferents all llarg del traçat de la falla (veure Fig. 3b-c). Una és la zona de Ribes Blaves mentre la segona localització és a la riera de Gaià, al NW de Terrassa. Aquesta darrera zona s'ha escollit per estudiar si els materials de la làmina de les Pedritxes (afectats per metamorfisme de contacte) es troben afectats per la falla. Per aquelles zones amb un aspecte visual de "gouge" o elevat grau de trituració es va intentar d'extreure les mostres a partir d'introduir un tub de PVC a la roca. Amb aquest mètode es volia minimitzar la disgregació de la roca i obtenir una mostra continua. Aquest mètode però no va funcionar, ja que pocs centímetres més enllà de la capa superficial, la roca és dura. Per tant, es va procedir amb una metodologia més agressiva a partir del martell i l'escarpa. Aquest és un procediment poc precís, degut a que la mostra es disgrega amb facilitat. Una vegada extretes les mostres, referenciades degudament amb un codi i localitzades al mapa es van escollir les més adients per fer làmina prima, descripció de la mostra de mà i DRX (Taula 1). Es va planificar de fer làmines primes de les mostres RB-1, RB-3 i RG-3. Encara que les mostres es van incloure més d'un cop amb resina per posteriorment ser tallades, al final no ha estat possible fer làmines de la mostra RB-3. A totes les mostres de mà, després de ser tallades i polides amb un paper, se'ls ha aplicat un vernís protector. Una vegada preparades les mostres i làmines es van escanejar i es va dur a terme l'estudi mitjançant el microscopi petrogràfic.

L'estudi de DRX s'ha realitzat amb els objectius (1) identificar els minerals de la roca de falla i (2) comparar mostres en situacions d'alta/baixa deformació per identificar processos neoformadors sincrònics a la deformació. Les mostres van ser processades al laboratori de raigs X de la Universitat de Barcelona. Per moldre les mostres s'ha utilitzat un morter d'àgata fins que es va obtenir una granulometria homogènia. Aleshores, les mostres van ser dissoltes en aigua durant una setmana, al llarg de la qual es van anar agitant per disgregar i separar els minerals. Passat aquest temps es van decantar els minerals més pesants, deixant en suspensió la fracció corresponent als de l'argila. Una vegada recollits es van dipositar sobre una placa de vidre amb un suport cilíndric de tipus estàndard de 16 mil·límetres de diàmetre i 2.5 mm d'alçada. El difractòmetre empleat és un *PANalytical X'Pert PRO MPD Alpha1* amb una geometria de Bragg-Brentano $\theta/2\theta$ de 240 mil·límetres de radi. La longitud d'ona utilitzada ha estat de 1.5406 Å, amb una potència de 45kV – 40mA, una rotació de 2 revolucions per segon i una obertura del raig difractat de 0.04 radians. El detector *X'Celerator* utilitzat tenia una longitud de 2.122°.

Ref.	Descripció	Mètode	UTM
RB-1	Cataclasita de les fil·lites.	DRX	409721.228, 4601088.711
RB-2	Gouge sense foliació original.	DRX	409732.949, 4601113.279
RB-3	Gouge sense quars.	DRX, làmina i mà	409736.330, 4601146.187
RB-4	Metagrauvaca poc deformada.	DRX	409718.072, 4601128.916
RB-5	Pissarra poc deformada.	DRX	409716.495, 4601141.538
RB-P1	Pòrfir granític.	Mà	410285.679, 4601309.487
RB-P2	Pòrfir granític.	Mà	410288.158, 4601296.865
RB-P3	Pòrfir granític.	Mà	410212.199, 4601334.957
RG-1	Gouge poc cohesiva.	DRX	415380.065, 4603919.631
RG-2	Ultracataclasita.	DRX	415311.627, 4603631.988
RG-3	Cataclasita.	DRX	415316.765, 4603634.843
RG-4	Cataclasita.	DRX	415325.901, 4603636.556
RG-5	Banda de deformació de pissarres i quars.	DRX	415338.462, 4603631.417

Taula 1 - Inventari amb la referència i descripció de cada mostra, els mètodes d'anàlisi utilitzats i les coordenades de localització.

3.2 Desenvolupament de l'aplicació mòbil

Una vegada provats diferents sistemes per dissenyar l'aplicació es va optar per desenvolupar dues eines, una a partir de l'eina *Wikitude Publish* (<http://www.wikitude.com/developer/tools/publish-in-wikitude>) i una segona a partir de l'eina *MIT App Inventor 2* (<http://www.appinventor.mit.edu/>). Totes dues són gratuïtes.

L'aplicació *Wikitude Publish Tool* és una interfície d'Internet que permet utilitzar mapes de *Google Maps* (<http://www.google.es/maps/>) creats pels usuaris i on es poden col·locar *waypoints* per indicar punts d'informació (parades) que després es pot exportar en format *KML*. Els *waypoints* tenen associats un títol i una petita descripció, però no és possible introduir fotografies. Aquest arxiu es puja al compte personal de *Wikitude Publish Tool*, on s'afegeix una breu descripció, una icona i un títol que serà la informació que es representarà més tard al dispositiu mòbil. Una vegada fet això el mateix programa s'encarrega de la visualització a la pantalla. Per això, primer cal instal·lar al mòbil l'aplicació gratuïta *Wikitude*, disponible a la *PlayStore* (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wikitude>). En iniciar el programa, l'usuari pot carregar mitjançant la utilitat de cerca la capa d'informació generada a partir de *Wikitude Publish Tool*. Per aquest cas s'ha anomenat "Itinerari geològic per Ribes Blaves i rodalies". En seleccionar la capa podem accedir a la informació de tres maneres: (1) amb la càmera, on podem veure els diferents *waypoints* posicionats a l'espai, (2) en forma de mapa amb diferents punts d'informació i (3) utilitzant una llista amb tots els indrets ordenats per distància i amb una petita descripció visible. Si accedim a la fitxa de cada *waypoint*, podem veure el mapa amb més detall i demanar que ens hi porti utilitzant *Google Maps*.

La interfície d'Internet *MIT App Inventor 2* és una eina que permet desenvolupar aplicacions d'*Android* sense coneixements de programació. El programa està dividit en dos apartats que es complementen entre si. El primer anomenat "*Designer*" (Fig. 13 de l'annex) està enfocat al disseny de l'aplicació mentre que el segon "*Blocks*" (Fig. 14 de l'annex) a la interacció dels elements que s'hi disposen. El "*Designer*" està centrat en diferents objectes que, arrossegant-los des del quadre "*User Interface*", es col·loquen a la pantalla. Els elements més utilitzats han estat les etiquetes, els botons i les imatges. Les etiquetes, "*Label*", són els elements on hi ha els títols i textos, i són útils al moment d'ordenar la resta d'objectes. Els botons, "*Buttons*", serveixen per navegar per les pàgines de l'aplicació. Les imatges, com de costum, hauran de donar informació complementària i aclaridora. D'altra banda, l'apartat "*Blocks*" és l'encarregada de la interacció dels elements dins de l'aplicació. Des d'allà s'han de configurar els botons perquè cadascun faci la seva funció. Cada element té un menú desplegable amb el qual interacciona amb altres objectes o amb l'usuari. Per exemple, al interactuar amb un botó pot canviar de pàgina, tancar l'actual o saltar a una altra aplicació. Aquest és el cas del botó "Com arribar" que obre *Google Maps* i facilita les indicacions per anar a la parada sol·licitada.

4. Resultats

4.1 Descripció litològica

Les roques de la unitat de basament Paleozoic està composta principalment per roques metamòrfiques de baix grau. A nivell litològic es poden diferenciar entre (a) pissarres de color gris i de gra molt fi amb un tacte setinat i (b) pissarres metagrauvàquiques i metagrauques volcanoclàstiques. Aquestes roques estan intruïdes per filons de mida mètrica de porfirs granodiorítics, que presenten una textura porfírica amb cristalls de quars, feldspats i plagiòclasi. També es pot identificar un conjunt complex de venes i filons de quars. Les pissarres de gra fi presenten una foliació penetrant i es troben fortament plegades i

deformades (Fig. 4-5). Les metagrauvaques representen una successió metamorfitzada de gresos de composició grauàquica i d'origen volcanoclàstic. Poden presentar un clivatge ben desenvolupat, encara que normalment és de menys intensitat que a les pissarres setinades i, en els nivells més grollers pot no presentar-ne. Encara que aquestes litologies presenten una interestratificació, si que es pot veure que el límit nord de la falla correspon a un canvi important en el contingut volumètric de les pissarres setinades. Mentre a la zona pròxima a la falla predominen les pissarres de gra fi amb intercalacions de nivells fins de metagrauvaques, a mesura que anem cap al nord la darrera litologia és ràpidament la dominant. Aquesta observació és vàlida a tota l'àrea d'estudi (Ribes Blaves, Can Corbera i riera de Gaia; Fig. 3). Això sembla indicar que la traça de la falla segueix pròxima a un canvi litològic dins la seqüència metasedimentària.

La zona de falla està caracteritzada per roques de tipus cataclasita i “clay gouge” (farina de falla rica en fil·losilicats) amb una distribució molt heterogènia (Fig. 4c). El límit nord de la zona de falla no és unívoc, doncs es pot identificar una zona de transició amb canvis bruscos del grau de deformació i desenvolupament de bandes d'elevada deformació aïllant blocs amb poca deformació interna, rotats i/o desplaçats. Quan el protòlit són pissarres de gra fi, en alguns casos es pot trobar que la roca ha estat trencada fins a formar *gouge*, una roca de color gris blavós de gra molt fi, de tipus matriu suportada i on s'identifiquen alguns fragments de mida mm a cm de quars o roques metamòrfiques (Fig. 5a). En general però, les roques de falla més abundants són cataclasis de tipus clast suportat formades a partir de clastes angulars de pissarres i metagrauvaques de mida mm a cm (Fig. 5b). Bandes de fil·losilicats s'adapten entre els clastes i és possible observar indicadors cinemàtics de tipus “shear bands” (Fig. 5d). Les venes de quars presenten una forta trituració en les zones de màxima deformació, desfent-se al tocar-los. En general, els fragments són angulars, presenten poc grau de deformació intracristalina (lleugera extinció ondulant) i no s'han observat evidències de recristal·lització (Fig. 5c). En general el grau de barreja entre litologies és baix i es poden seguir les venes de quars triturades de forma continuada (e.g. Fig. 5c). Les roques del Miocè afloren a la zona sud, al bloc superior de la falla Neògena (Fig. 6). Són conglomerats polimíctics amb intercalacions de gresos i argiles, en ocasions amb còdols imbricats amb diferents graus d'arrodoniment (de ben arrodonits a poc arrodonits, i caràcter granodecreixent (Fig. 4f). A la base de cada seqüència trobem nivells clast-suportats amb còdols de mida decimètrica a mètrica i, conforme pugem a la sèrie, els estrats es tornen matriu-suportats amb còdols de mida mil·limètrica a centimètrica. Els còdols corresponen a roques metamòrfiques i calcàries, gresos i conglomerats del Mesozoic. Bretxes i conglomerats de tipus matriu suportats, amb una disposició sub-horizontal cabussant cap al sud, en ocasions fossilitzen la banda de falla. Aquests materials s'han interpretat com ventalls col·luvials proximals d'edat Aragonià superior – Quaternari (ICGC, 2002).

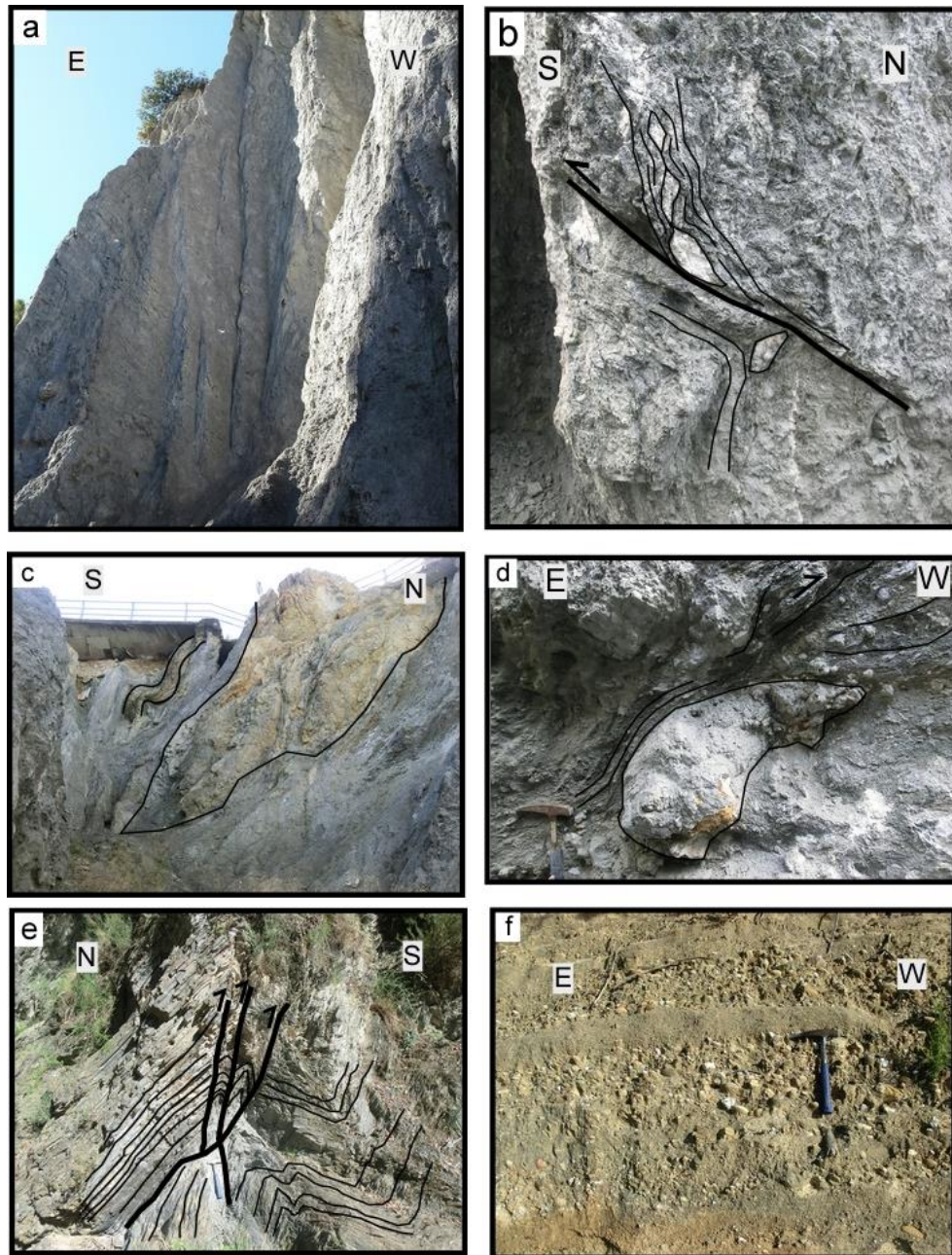


Fig. 4(a) Aparència típica de la banda de falla. Amplada de la fotografia 10 m. (b) Venes de quars boudinades en vertical i tallades per petites bandes de cisalla subhorizontals amb component inversa (bloc superior cap al sud). Amplada de la fotografia 1 m. (c) Límit nord de la banda a Ribes Blaves. La deformació és heterogènia i es poden diferenciar zones amb metagrauvaques poc deformades entre bandes de falla (fault lens). Amplada de la fotografia 10 metres. (d) Venes i blocs de quars amb disposició asimètrica. La geometria correspon a un indicador cinemàtic tipus "sigma". El sentit de cisalla és dextra, bloc superior cap a l'oest. (e) Encavalcament i plegament associat afectant a la seqüència metasedimentària al Nord de la banda de Ribes Blaves. La traça de l'estructura és E-W, i similar als retroencavalcaments d'edat alpina observats a la zona (veure fig. 3 i 4 de l'annex estació d'Olesa i panoràmica del Vallès). (f) Conglomerats polimíctics de mida diversa amb intercalacions de gresos (Miocè).

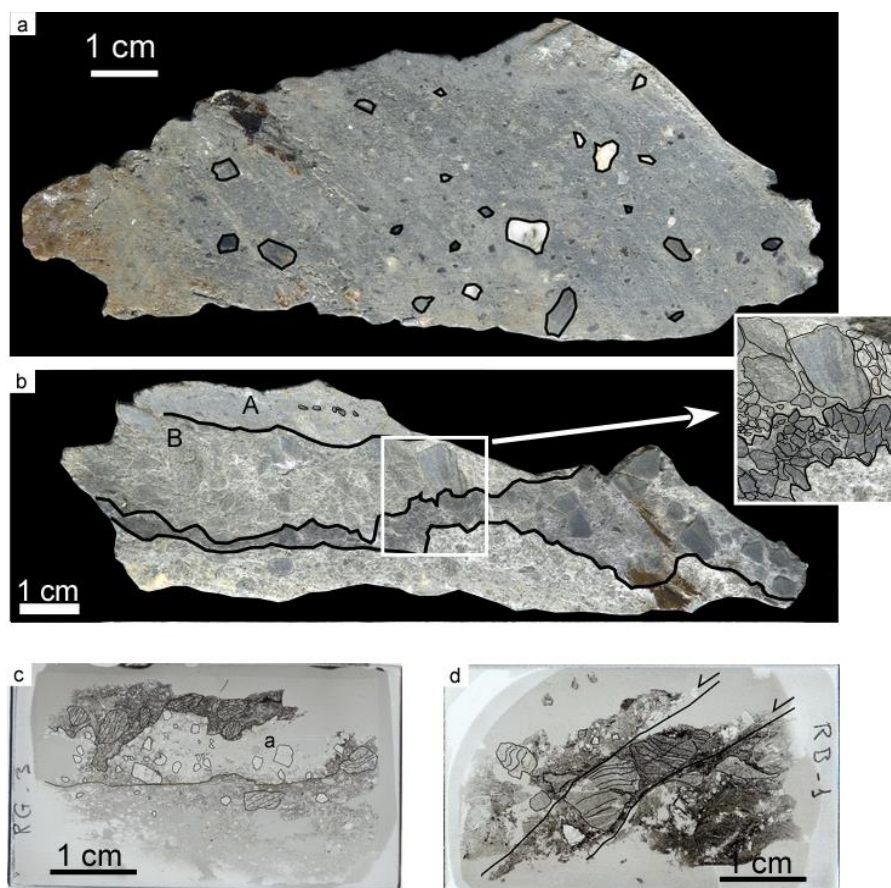


Fig. 5 (a) Mostra de mà RB-3. Farina de de falla poc cohesiva, matriu suportada i de gra molt fi on hi destaquen alguns fragments angulars de pissarres i quars sense cap orientació preferent. (b) Mostra de mà RG-3. Es poden diferenciar diferents graus de fragmentació. A la part superior de la imatge (A) es pot observar una zona de gra molt fi tipus clay-gouge. La part central (B) correspon a una cataclasita poc cohesiva de tipus clast suportat on s'identifiquen fragments angulars de pissarres de mida centimètrica a mil·limètrica i orientació variable. (c) Làmina prima mostra RG- 3. Vena de quars altament fragmentada entre cataclasites i clay gouge de pissarres. Observar el baix grau de barreja entre litologies. (d) Mostra de mà RB-1. amb clastes de pissarres amb les foliacions plegades i amb dues bandes de falla (shear bands). Per la situació de les mostres veure taula 1 i fig. 3.

4.2 Descripció estructural

S'ha dut a terme a partir de les interpretacions fetes al camp i fotografies representatives, i la projecció estereogràfica de diferents elements estructurals. La banda de deformació presenta una orientació aprox. ENE-WSW, i és possible seguir almenys una distància d'1'5 km. El gruix de la banda però canvia dràsticament, amb zones de només 5 m als 140 m identificables a l'aflorament clàssic de Ribes Blaves. Seguint el traçat de la franja cap a l'est s'estreta fins arribar a desaparèixer a l'extrem del mapa. Una mica més cap a l'oest tampoc aflora degut a que és fossilitzada pels sediments més moderns del Miocè (bretxes angulars amb forta variació lateral de potència), la qual cosa afirma que hi havia desplaçament alhora de sedimentació. Un handicap a la zona d'estudi és que l'altre bloc de la falla no aflora, i l'amplada de la gouge és un valor mínim.

La Fig. 6 mostra un tall sintètic de la zona. De nord cap al sud, es pot diferenciar una zona dominantment de litologia grauvaquica amb clivatges subverticals cabussant cap al nord. S'identifiquen plecs d'escala m-dm, amb traces d' E-W a ESE-WNW i cabussaments subverticals. El cabussament a prop de la zona de falla, la litologia canvia i s'observen intercalacions de roques més fil·lítiques entre les grauvaques fins que dominen les fil·lites. El límit nord de la banda, quan es comencen a diferenciar zones d'alta deformació, té una aparença heterogènia i

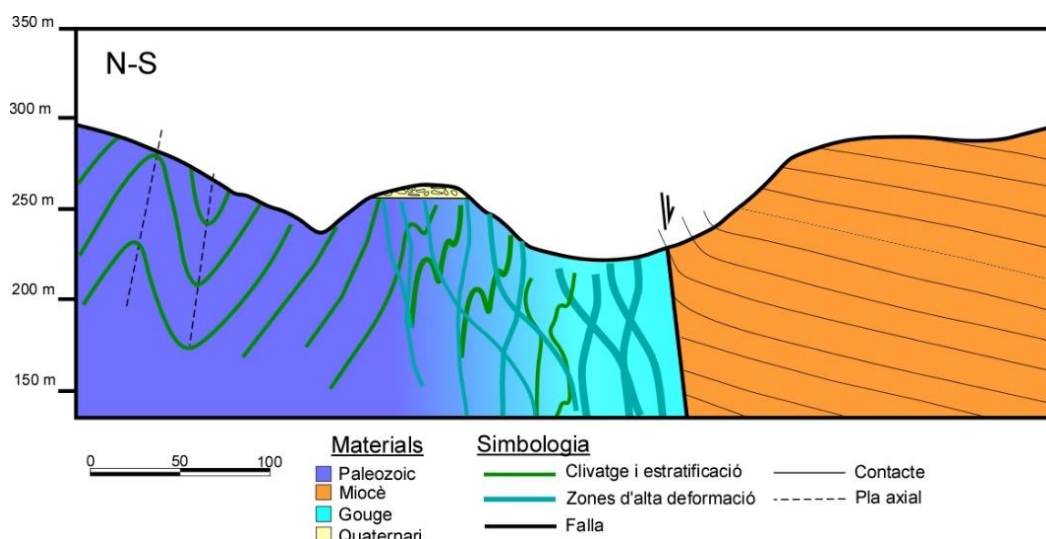


Fig. 6 Tall geològic sintètic de la zona de falla. La gradació de colors indica la variació d'intensitat de la deformació. El límit nord es caracteritza per una geometria anastomosada, on és possible diferenciar lletions poc deformats, fault lens (veure situació a la Fig. 8).

s'observen plans de lliscament aprofitant els nivells més fil·lítics, deixant lletions plegats amb poca deformació interna (Fig. 4c). Les bandes de major deformació s'observen plects isoclinals i foliació molt penetrativa que retreballa les estructures del protòlit. L'orientació del bandejat i foliació de la banda és NW-SE i subvertical, i per tant obliqua al traçat de la falla (ENE-WSW)

La part situada a l'extrem sud és la zona de màxima deformació i on s'observen una major distribució de cataclastes i farina de falla. La roca és altament polvoritzada, tant les fil·lites com les venes de quars. A nivell local i sobretot a la microescala (fig. 5b), s'identifiquen falles i bandes de cisalla amb disposicions horitzontals i verticals (Fig. 5b, 5d; 5b). Malgrat que sembla que la deformació és molt homogènia (i.e. afecta similar al conjunt de la roca) si s'utilitza la classificació dels quarsos (Fig. 12 de l'annex) es pot observar que no és així, i que s'observen, dins un mateix aflorament, quarsos de tipus 1 poc deformats en contacte amb tipus 5 de context d'alta deformació (Fig. 15 de l'annex i Fig. 3b).

A nivell d'aflorament és en general difícil d'observar indicadors cinemàtics, però quan són observables, dominen zones de falla i cisalla amb una orientació subhoritzontal (Fig. 7b) i component inversa (Fig. 7b). En ocasions poden trobar-se quarsos amb forma sigmoïdal, degut a l'estirament de la roca (Fig. 4a), i on es pot veure que la foliació s'adapta als cossos sigmoïdals dels quars.

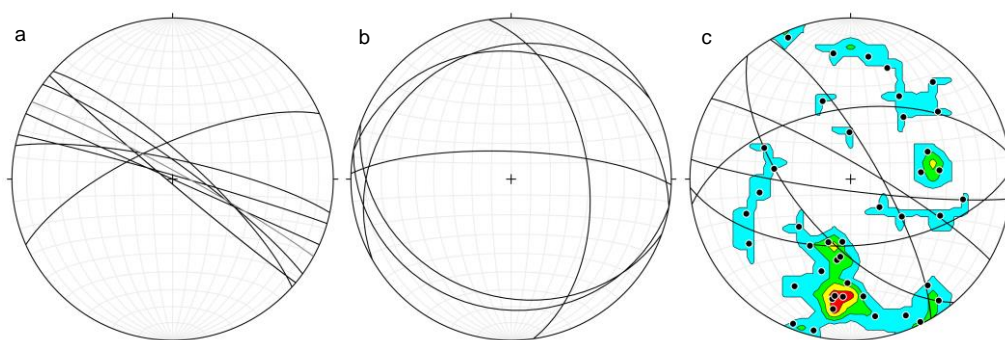


Fig. 7 Projeccions dels elements estructurals de l'àrea de Ribes Blaves. (a) Foliació domini alta deformació. (b) Falles i bandes de cisalla zona d'alta deformació. (c) Projecció dels pols de clivatge i plans axials dels dominis de baixa deformació. Projecció hemisferi inferior, nord cap a dalt i contorns del 2%.

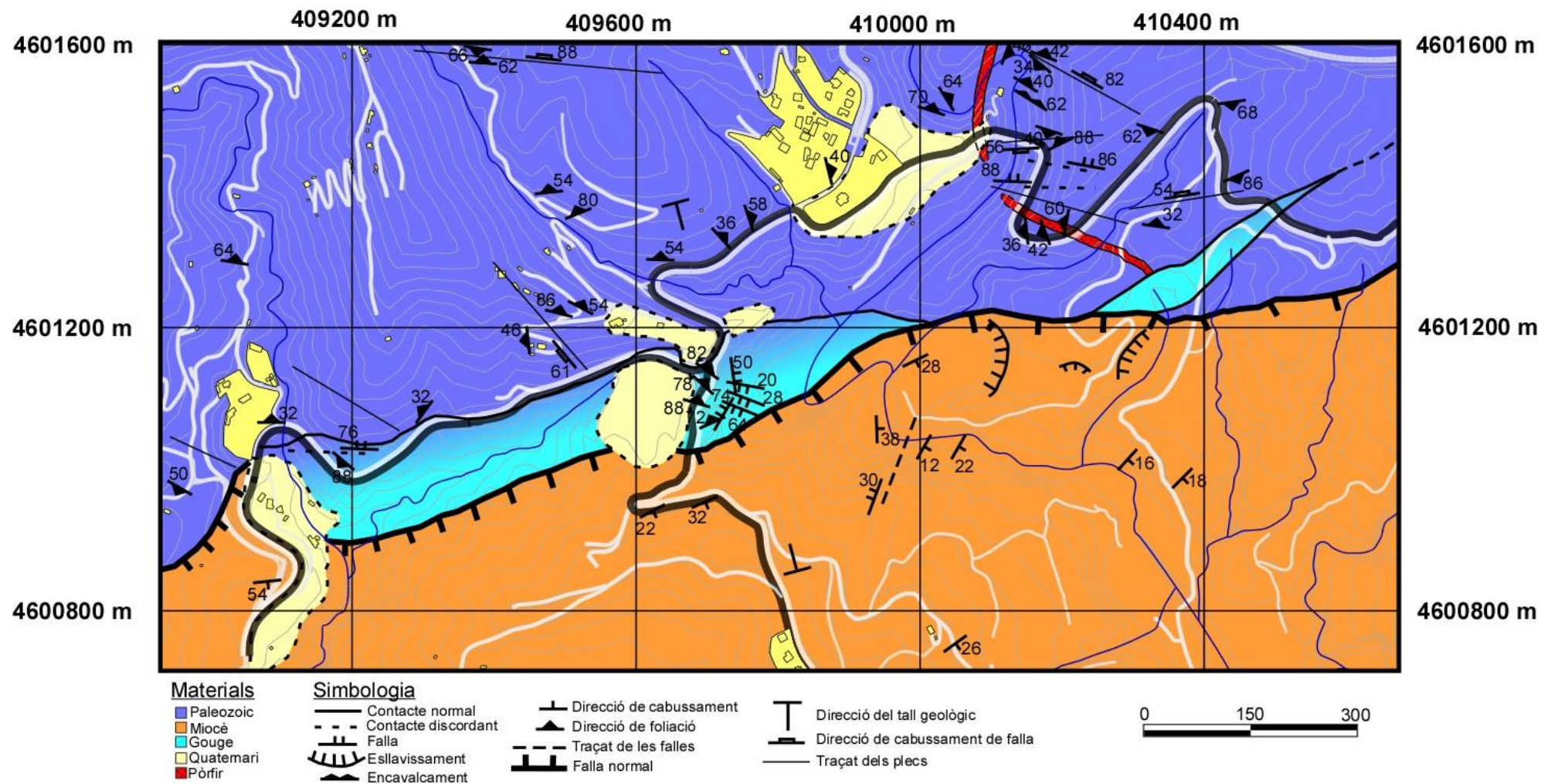


Fig. 8 Mapa geològic de Ribes Blaves

4.3 Difracció de raig X

Els minerals majoritaris identificats han estat quars, moscovita, clorita i albita, mentre que com a accessoris s'han trobat rutil i, en molt pocs casos, dolomita (veure Taula 2). La identificació s'ha fet a partir de l'espectre de difracció identificant els pics principals i associant-los a un mineral. A les mostres de la Riera de Gaià (Fig. 3c) trobem que la roca té una major proporció en albita que les estudiades a Ribes Blaves, ja que en aquestes només la trobem en casos on la roca té com a protòlit la pissarra grauvàquica. Quan la mostra té com a protòlit la pissarra de gra fi no s'identifica albita. També és observable que la moscovita està representada amb el politip 2M1, que correspon a un tipus d'alta temperatura.

MOSTRA	MINERALS DE L'ARGILA (%)			ALTRES MINERALS (%)		
	Moscovita (2M1)	Clorita	Albita	Quars	Rutil	Dolomita
RB-1	52,5	8,1	x	36,4	1,0	2,0
RB-2	43,0	8,0	17,0	31,0	x	1,0
RB-3	55,6	9,1	x	34,3	1,0	x
RB-4	46,0	11,0	12,0	30,0	1,0	x
RB-5	59,0	5,0	x	35,0	1,0	x
RG-1A (ALTA DEF.)	45,5	24,8	x	28,7	x	x
RG-1B (BAIXA DEF.)	36,0	9,0	17,0	37,0	1,0	x
RG-2A (BAIXA DEF.)	36,6	5,0	17,8	39,6	1,0	x
RG-2B (ALTA DEF.)	45,0	3,0	8,0	44,0	x	x
RG-4A (ALTA DEF.)	41,0	5,0	18,0	35,0	1,0	x
RG-4B (BAIXA DEF.)	39,4	4	7,1	49,5	x	x
RG-5	39,4	5,1	11,1	44,4	x	x

Taula 2 Composició mineralògica en pols total pel mètode de Difracció de Raig X. S'observa que la moscovita és el mineral dominant, mentre que l'albita és depenent del protòlit. Localització i descripció de cada mostra a la Taula 1. La subdivisió A i B (i.e. RG-1A i RG-1B) es diferencien per la zona de la mateixa mostra d'on es va fer l'assaig, especificat entre parèntesi.

4.4 Aplicació mòbil

Les aplicacions dissenyades consten de tres mètodes de divulgació: parades independents, una panoràmica i un itinerari, fent un ús complementari entre les dues s'ha aconseguit veure cada localització a través de la càmera, utilitzant la realitat augmentada de *Wikitude*, i tenir una descripció acurada de cadascuna a l'aplicació del *MIT App Inventor 2*. Ambdues s'han provat en diferents dispositius (*Samsung Galaxy S4*, *Samsung Galaxy S3 mini*, *Nexus 5* i *BQ Aquaris 4*) i, en el cas de *Wikitude*, la localització dels *waypoints* no sempre és acurada, desplaçant-los en l'espai. A més no s'hi poden posar figures (al menys gratuïtament) ni descripcions llargues. D'altra banda, l'aplicació del *MIT App Inventor 2* funciona correctament a tots els dispositius testejats i ha resultat ser un conjunt de pàgines amb descripcions i figures per on es pot navegar utilitzant els botons (Fig. 9).



Fig. 9 Comparació d'ambdues eines una vegada es troben a ple funcionament. Pot observar-se com l'*MIT App Inventor 2* és una aplicació on hi consten explicacions i descripcions, amb l'ajuda de figures. En canvi, *Wikitude* tracta de mostrar els punts introduïts posicionats en l'espai.

5. Discussió

Degut a que només tenim un bloc de la falla no podem comparar els resultats entre ambdós blocs de falla. Això és degut a que el bloc superior està fossilitzat pels dipòsits Miocens i del Quaternari antic. Fent un anàlisi exclusiu del bloc nord es poden veure estructures complexes en els materials Paleozoics, amb canvis en les orientacions del clivatge a causa dels plecs (Fig. 4c) i falles (Fig. 4d). Aquestes estructures poden correspondre a la fase 3 de la deformació Varisca (Julivert i Martínez, 1980), encara que podrien ser d'origen Alpí per les orientacions similars a les estructures que involucren la cobertura mesozoica (Fig. 3 i 4 de l'annex; López-Blanco et al., 2000).

A primer cop d'ull sembla que la franja de farina de falla és homogènia, de gra molt fi i que ocupa fins a gairebé 150 metres d'amplada. Tot i això, una vegada es pica la roca, per sota de la pàtina argilosa de material alterat (diversos centímetres) hi ha una cataclasta amb clasts de mida mil·limètrica a centimètrica que són fàcilment identificables. Aquesta franja d'alta deformació és, en realitat, un conjunt heterogeni d'estructures anastomosades d'alta i baixa deformació (fig. 11), tal i com queda palès a partir dels patrons de polvorització del quars on s'identifica una barreja entre zones amb diferents graus de deformació.

En general, la banda de falla presenta les roques més deformades a la part sud on s'identifiquen farines de falla. També cal destacar que la gouge presentada en aquesta zona de la falla del Vallès, al derivar d'un protòlit molt ric en fil·losilcats, és una roca cohesiva de tipus "clay gouge". Aquesta precisió és important ja que la classificació original proposada per Sibson (1977, 1979) al ser basada en roques quars-feldspàtiques les gouge són de tipus no cohesiu. La presència d'aquests materials ajuda a fer lliscar la falla amb esforços molt inferiors als necessaris per altres tipus de roca (Fig. 2), cosa que pot explicar una deformació amb

comportament asísmic, ja que no es troben grans afloraments de cataclsites ni mescla de materials a les zones de fracturació.

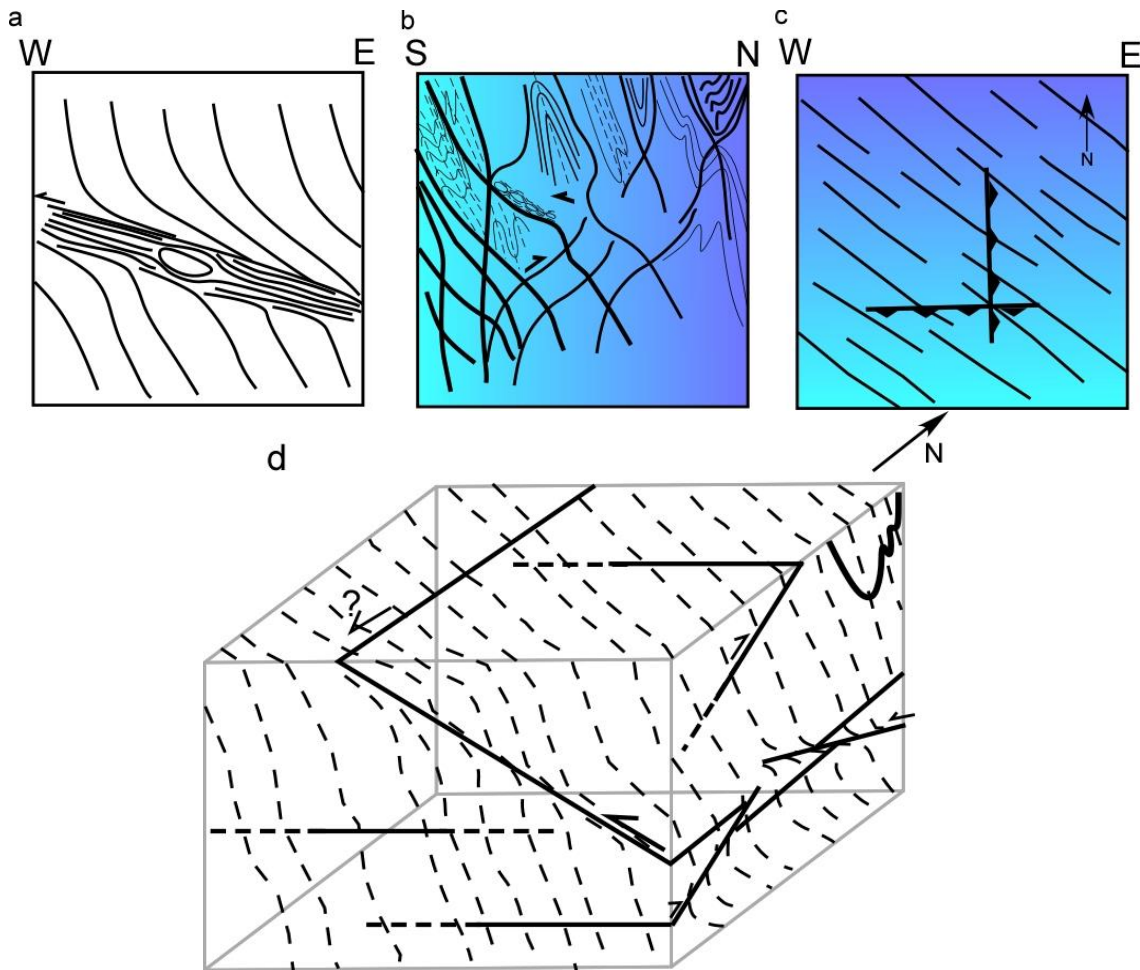


Fig. 11 Model simplificat de les estructures de la zona d'alta deformació, amb tres seccions (dos perfils i un en planta) i un bloc diagrama que sintetitza els elements representats. (a) Perfil de zona de falla que cabussa cap a l'est, amb una zona de gouge al centre que tritura i retreballa grans de quars de mida variable. (b) Perfil N-S de l'estructura anastomosada de falles que deformen i trenquen la roca que conté foliacions i plects previs. S'hi representa l'increment de deformació cap al sud utilitzant un augment a la traça de les zones de cisalla. (c) Diagrama en planta on s'hi representen les bandes de deformació i el sistema d'encavalcaments. (d) Bloc diagrama simplificat amb algunes de les estructures més característiques anomenades. El gradient de color mostra l'increment del grau de deformació en direcció N-S.

Julià i Santanach (1984) va interpretar la banda de falla com senestra i de tripus strike-slip a partir de l'orientació de les estries en quarsos i indicadors cinemàtics com shear bands. En aquest estudi, no ha estat possible replicar aquest mètode, no se n'han identificat degut a que els quarsos de les zones d'alta deformació es trobaven triturats i no estriats. Únicament s'han identificat estries en les farines de falla de gra molt fi. A partir de la recopilació dels indicadors cinemàtics de l'estudi s'ha realitzat un model 3D simplificat (Fig. 11). S'hi pot observar que la zona de falla té una direcció aproximada ENE-WSW i que està composta per una foliació vertical que cabussa cap al nord-est. Els pocs indicadors indiquen que hi ha escurçament horitzontalment en direcció N-S i extensió en vertical. Aquest model és compatible amb el moviment descrit per Julià i Santanach (1984), tot i que té una important component inversa, per poder corroborar-ho s'haurien d'agafar acuradament un gran nombre de mostres, referenciades adequadament amb les seves respectives orientacions i localitzacions.

Les dades de camp semblen evidenciar que la localització de la banda de deformació correspon a un canvi en la litologia de la seqüència metasedimentària. El contacte correspon a un canvi important en el contingut volumètric de les pissarres setinades. Mentre a la zona pròxima a la falla predominen les pissarres de gra fi amb intercalacions de nivells fins de metagrauvaques, a mesura que anem cap al nord la darrera litologia és ràpidament la dominant. Aquesta observació és vàlida a tota l'àrea d'estudi (Ribes Blaves, Can Corbera i riera de Gaia; Fig. 3). Aquestes pissarres al ser molt riques en fil·losilicats, tenen un coeficient de fregament molt baix, i faciliten que la roca llisqui amb facilitat seguint l'anisotropia preexistent. Al haver intercalacions de pissarres dins les metagrauvaques trobem zones de deformació una mica aïllades i que a la zona principal presenten una geometria anastomosada. Els anàlisis de difracció de raig X han revelat que l'albita està fortament relacionada amb el protòlit, apareixent només quan aquest és metagrauvàquic i no amb la pissarra de gra fi. Toro (2013) relacionava aquesta manca d'albita com un indicador de la neoformació de minerals de l'argila a les zones d'alta deformació degut a la inestabilització dels feldspats. Les observacions fetes en aquest treball indiquen que aquest indicador no és del tot vàlid perquè a les pissarres de gra fi no presenten originàriament albita. En canvi, per les metagrauvaques sí que és vàlid i les roques de falla presenten continguts d'albita molt més baixos. No s'identifica neoformació de noves fases minerals sinó segurament recristal·lització i creixement de fases prèvies, principalment moscovita. Al contrari que a Colònia Sedó, on s'incrementava el contingut de clorita.

Tot i que la idea inicial de l'aplicació ha estat modificada es pot concloure que la que ha estat desenvolupada amb la interfície del *MIT App Inventor 2* ha estat un èxit, ja que s'ha aconseguit una eina de divulgació capaç de treballar en un gran nombre de dispositius mòbil, de prestacions variades, utilitzant tres mètodes de divulgació: dues parades, una panoràmica i un itinerari (Fig. 9). Seria interessant veure si en un futur es veuen més aplicacions d'aquest tipus per aprofitar el gran ventall de punts d'interès geològic de Catalunya. Ja que ha quedat clar que una aplicació senzilla pot donar molt de sí, sense la necessitat de tenir coneixements avançats. Per tant, si es tinguessin els coneixements necessaris es podria fer una base de dades que, per exemple, s'anés actualitzant en el temps per fomentar el geoturisme. Tot i que té algunes limitacions que s'hauran de polir més endavant: s'hauria de possibilitar l'augment de mida de les imatges per una millor visualització. Si es disposessin de coneixements avançats de programació en *Android* es podria aconseguir un seguiment en temps real del recorregut que fa l'usuari, guiant-lo per les parades i, mitjançant una capa, veure el mapa geològic de la zona alhora que es camina pel terreny. Ha resultat ser una aplicació efectiva però poc dinàmica, amb limitacions evidents a l'hora de visualitzar les figures, és impossible crear vincles entre elements (i.e. Crear un vincle entre una paraula en una descripció i la mateixa a l'annex, per fer més còmode la navegació i millorar l'experiència de l'usuari), a més, el fet de no tenir una manera de comprimir l'aplicació, que ha acabat sent bastant pesada per lo senzilla que és, pot limitar el nombre d'usuaris.

D'altra banda, *Wikitude* ha donat uns resultats acceptables, tenint en ocasions una exactitud de metres, tot i que això no sempre sigui així. És una aplicació tancada que no permet modificacions externes. Per tant els usuaris que volen utilitzar-la per mostrar punts d'interès de qualsevol tipus estan fortament condicionats per les opcions que habiliten els desenvolupadors. És possible utilitzar figures desemborsant una determinada quantitat de diners, per tant, si es decidís d'utilitzar-la exhaustivament podria ser una possibilitat.

Seria encertat fer un ús combinat de les dues aplicacions, per tenir una experiència més completa, fins trobar la manera d'ajuntar eficientment les millors prestacions de cada eina.

6. Conclusions

A partir de l'estudi cartogràfic s'ha determinat que la banda de deformació té una amplada molt variable des de 5 a 140m, representant tres esdeveniments tectònics: Varisc, Alpí i Neogen.

Malgrat que s'han observat els quarsos de manera detallada no s'han trobat estries i, per tant, no s'ha pogut determinar el moviment de la falla amb aquest mètode. Tot i així, l'orientació de les falles a la zona d'alta deformació és compatible amb aquesta interpretació, tot i semblar que té una forta component inversa, encara que la manca d'indicadors cinemàtics dificulta la interpretació. S'hauria de fer una cartografia de detall de la zona de falla on apareix la gouge, prenent cabussaments de les diferents estructures i agafant mostres posicionant-les en l'espai amb les seves respectives orientacions.

La relació entre l'albita i la neoformació de minerals de l'argila ha quedat parcialment descartada degut a que les pissarres de gra fi no presenten albita en un inici. D'altra banda amb les metagrauvaques sí que s'ha demostrat una reducció en la presència d'albita del protòlit a la roca de falla.

Al no haver barreja de litologies i no trobar grans afloraments amb farina de falla es pot pensar que la falla va tenir un comportament asísmic, degut a l'abundant presència de minerals de l'argila.

Ambdues aplicacions poden considerar-se un èxit, ja que, tot i ser poc dinàmiques, s'ha aconseguit fer dues eines que permeten conèixer una mica més l'entorn geològic de Ribes Blaves, seguint els tres mètodes de divulgació escollits: parades independents, una panoràmica i un itinerari.

Agraïments

M'agradaria que quedés constància de lo molt que agraeixo als meus tutors Albert Grieria i David Gómez per tota l'ajuda prestada, especialment a l'Albert per la seva desmesurada paciència i tots els seus consells, tant quan se li demanaven com quan no. D'altra banda també vull expressar la meua gratitud als meus pares, la Natàlia i l'Enci per ajudar-me a seguir amb el treball i per totes les seves crítiques constructives. Per últim, però no menys important, agrair a tots els amics que han estat al meu costat durant aquest últim curs.

7. Bibliografia

Dor, O., Ben Zion, Y., Rockwell, T., Brune, J., (2006) Pulverized rocks in the Mojave section of the San Andreas Fault Zone. *Earth and Planetary Science Letters* 245, pp. 642-654.

Haines, S., Ben, A. van der Pluijm, (2012). Patterns of mineral transformations in clay gouge, with examples from low-angle normal fault rocks in the Western USA. *Journal of Structural Geology*, no 43.

Haines, S., Ben, A. van der Pluijm, Matt J. Ikari, Demian M. Saffer and Marone, C., (2009). Clay fabric intensity in natural and artificial fault gouges: Implications for brittle fault zone processes and sedimentary basin clay fabric evolution. *Journal of Geophysical Research*, vol. 114.

IGCG, (2002) Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Olesa de Montserrat.

Julià i Santanach, (1984) Estructuras en la salbanda de falla Paleógena de la falla del Vallés – Penedés (Cadenas Costeras Catalanas): Su relación con el deslizamiento de la falla.

Julivert, M. And Martínez, F.J, The Paleozoic of the Catalanian Coastal ranges (Northwestern Mediterranean) Newsletter (F. P. Sassi Edit.) IGCP núm 5, 2: pp. 124-128.

López-Blanco, M., (2002) Sedimentary response to thrusting and fold growing on the SE margin of the Ebro basin (Paleogene, NE Spain). *Sedimentary Geology* 146, pp. 133-154.

López-Blanco, M., Marzo, M., Burbank, D.W., Vergés, J., Roca, E., Anadón, P., Piña, J., (2000) Tectonic and climatic controls on the development of foreland fan deltas: Montserrat and Sant Llorenç del Munt systems (Middle Eocene, Ebro Basin, NE Spain). *Sedimentary Geology*, 2000, no. 138, pp. 17-39.

Roca, E., Guimerà, J., (1992) The Neogene structure of the Eastern Iberian margin: structural constraints on the crustal evolution of the Valencia trough (western Mediterranean). *Tectonophysics* (203, 203±218).

Roca, E., (1992) L'estructura de la conca catalano-balear: paper de la compressió i de la distensió en la seva gènesi. PhD Thesis, Universitat de Barcelona, 330 pp.

Toro, A., (2013) Descifrando la falla del Vallès-Penedès. Treball de fi de grau de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona.

Scholz, C.H. (2002) The Mechanics of Earthquakes and Faulting. *Geological Magazine*, January 2003, v.140, p. 95-96.

Sibson, R.H. (1977) Fault rocks and fault mechanism. *J. Geol. Soc. London*, 133, pp. 191-213.

Zoetmeijer, R., Desegaulx, P., Cloetingh, S., Roure, F and Moretti I. (1990). Lithospheric Dynamics and tectonic-stratigraphic evolution of the Ebro basin. *Journal of Geophysical Research* 95.

Webs

Diccionari de Geologia Oriol Riba (<http://cit.iec.cat/dgeol/default.asp?opcio=1>)

iGeology (<http://www.bgs.ac.uk/igeology/>)

Google Maps (<http://www.google.es/maps/>)

MIT App Inventor 2 (<http://www.appinventor.mit.edu/>)

Wikitude (<http://www.wikitude.com/>)

Wikitude app (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wikitude>)

Wikitude Publish (<http://www.wikitude.com/developer/tools/publish-in-wikitude>)

8. Annex

Contingut de l'aplicació

Introducció

Aquesta aplicació pretén ser una eina per comprendre millor la geologia del nostre voltant. Es tracta d'una prova pilot d'un Treball de Final de Grau en Geologia. Utilitzant tres mètodes de divulgació: dues parades independents (en taronja), una panoràmica (en groc) i un itinerari (en blanc).

Context Geològic

Ens trobem entre la Conca de l'Ebre i la depressió del Vallès – Penedès, al límit sud de la Serra Prelitoral. Els materials més antics són del Paleozoic, són roques que van ser metamorfitzades durant l'Orogènia Varisca. Aquesta serralada representa el punt culminant de l'evolució de Pangea, el supercontinent que va tenir lloc fa aproximadament 320 milions d'anys (Ma). A la figura 1 podem veure la posició de la Península Ibèrica (Ib) durant el trencament de la massa continental:

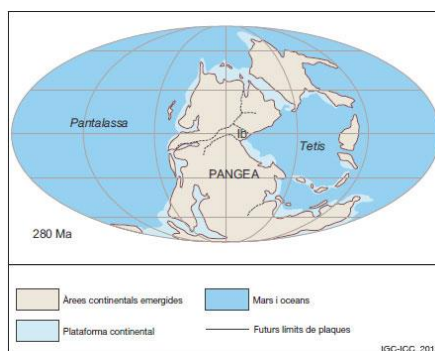


Fig. 1 Paleogeografia de fa 280 Ma. IGC.

Una vegada que la serralada va quedar arrasada el continent va quedar dividit en diverses plaques tectòniques que van anar evolucionant obrint nous oceans i formant nous continents. Mentre l'oceà Atlàntic es formava, amb la separació d'Àfrica i Amèrica del Sud, la placa Ibèrica s'anava apropant cap a Euràsia. Aquest apropament va fer col·lisionar les dues plaques, aixecant dues noves serralades: els Pirineus i la Serralada Costero Catalana.

D'aquesta segona serralada només en són vestigis les serralades Litoral i Prelitoral degut a que durant el Neogen s'han desenvolupat una sèrie de fosses tectòniques que han enfonsat aquesta serralada.

Ribes Blaves

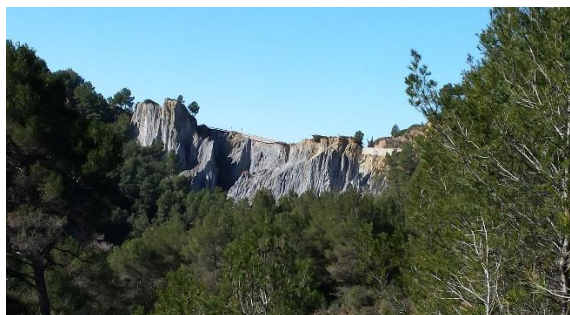


Fig. 2 Vista general de l'aflorament de Ribes Blaves

Accés: Carretera de Viladecavalls a Olesa de Montserrat, a la cruïlla de Ribes Blaves.

Mitjà: Cotxe

Aquest és un indret emblemàtic de la geologia de Catalunya, degut a l'espectacularitat de l'aflorament, i que ha estat el principal objecte d'estudi del Treball de Final de Grau. Ens trobem a una zona de falla que va funcionar durant la formació de la Serralada Costero Catalana.

La franja de color blau és la conseqüència de dos esdeveniments: (1) la formació de milers de falles que anaven triturant la roca i formant farina de falla o gouge i (2) l'alteració de les roques de tota la franja. Les roques involucrades són pissarres i metagrauvaques del Paleozoic.

Estació d'Olesa

Accés: Carretera de Vacarisses a Olesa de Montserrat.

Mitjà: Cotxe



Fig. 3 Panoràmica interpretada del retroencavalcament de l'estació d'Olesa.

En aquest aflorament s'hi poden observar, de sud a nord, un aflorament de Paleozoic, amb les seves pissarres típiques, una petita seqüència de Buntsandstein, una vegada més el Paleozoic afectat per falles i, per últim hi ha, de nou, Buntsandstein. El primer contacte entre els materials de l'era primària i els del Triàsic es troba fortament mecanitzat, és a dir, que no és un contacte discordant, sinó que és un pla de falla que ha aprofitat aquesta discontinuïtat. Cap a l'oest, ambdues zones de falla són reconeixibles perquè estan constituïts per bretxes de quars (probablement de la base del Buntsandstein) retreballades. A més es pot veure que totes dues tenen una cinemàtica d'encavalcament que es mou en direcció a l'orogen i no cap a la conca d'avantpaís (com seria esperable). Al tenir aquest moviment s'anomenen retroencavalcaments.

Panoràmica

Accés: Pista de Sant Pere Sacama al Puig Ventós

Mitjà: A peu o amb cotxe fins l'ermita de Sant Pere Sacama.

Des d'aquest punt podem veure la Serra de Collcardús, que representa la zona d'enllaç entre la Serralada Prelitoral amb la Conca de l'Ebre. on podem apreciar el cabussament de les capes. Durant la formació dels Catalànids tots aquests estrats van començar a plegar-se. La seqüència

comença al sud-est amb els materials del Paleozoic, passant pel Buntsandstein, Muschelkalk inferior, mig i superior i acabant amb els sediments de plana al·luvial on s'hi desenvolupen els fan-deltas de Montserrat i Sant Llorenç. També podem veure com aquesta seqüència sedimentària forma un sinclinal tombat que està afectat per estructures de deformació com l'encavalcament que afecta principalment al Muschelkalk inferior i mig, o el retroencavalcament que desplaça l'encavalcament i les capes anteriors.

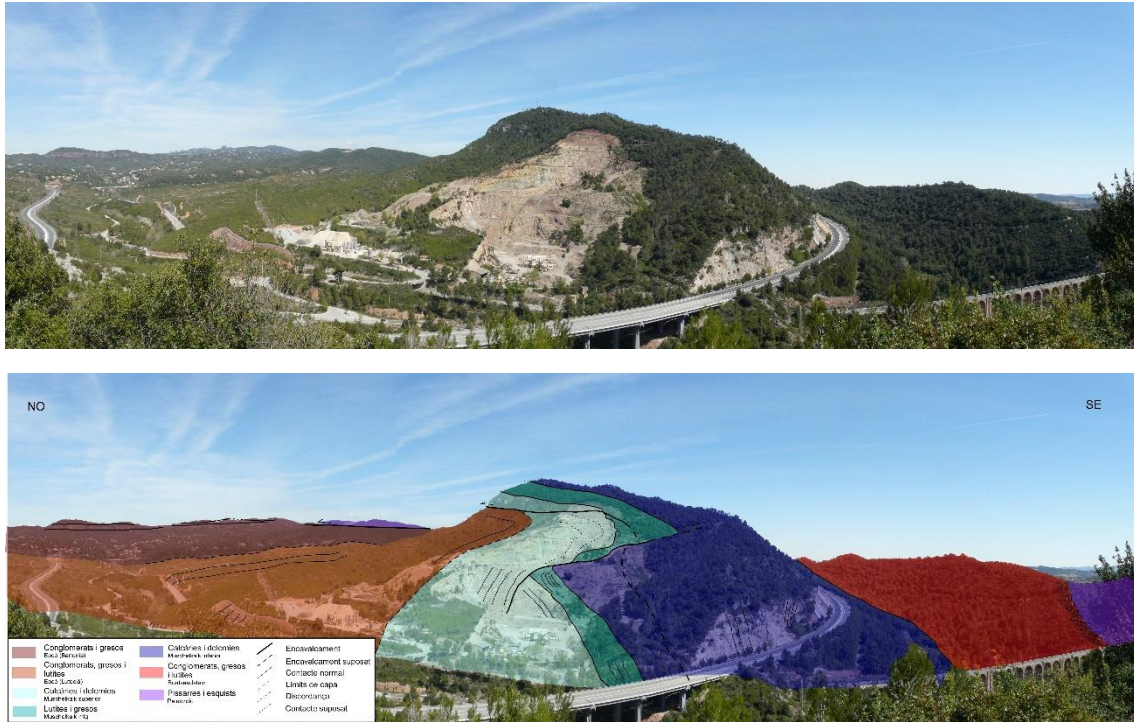


Fig. 4 Panoràmica interpretada de la Pedrera del Mimó (Vacarisses).

Itinerari

Recorregut lineal de 3'5 km amb uns 350 metres de desnivell acumulat. Es pot fer totalment a peu o deixant el cotxe a l'ermita de Sant Pere Sacama (Parada 2).

1) Estructures de plegament

A partir d'aquest punt tenim uns quants metres on podem observar roques metamòrfiques d'edat paleozoica amb un parell d'estructures representatives de la deformació produïda durant l'orogènia Varisca.



Fig. 5 Kink Bands.

Al talús de la pista podem veure uns plecs de tipus kink. Aquests són característics de roques foliades, són de mida centimètrica a decimètrica, tenen les xarneres molt agudes i els flancs rectes i asimètrics. En aquest cas el flanc nord té una orientació aproximada de 005/60 i el flanc sud de 190/66.



Fig. 6 Vena de quars deformat.

Uns metres més endavant trobem unes roques més massives amb unes petites venes de quars. Aquests petits filons ens serveixen per poder determinar l'escurçament (d'aquesta roca) i la direcció dels paleoesforços. Per poder determinar l'escurçament hem d'agafar un cordill i, resseguint el recorregut de la vena des d'un punt a un altre, mesurem la seva longitud. Aleshores mesurem la distància entre aquests punts en línia recta. Una vegada tenim les dues dades hem de dividir-les i multiplicar el resultat per cent per obtenir un percentatge. En aquest cas les mesures han estat: 63 cm pel primer i 35 pel segon. Per tant $(1-(35/63)) \times 100 = 45\%$ d'escurçament.

2) Contacte del Buntsandstein i el Paleozoic



Fig. 7 Vista del Buntsandstein discordant sobre el Paleozoic (Sant Pere Sacama).

Ens trobem a l'ermita de Sant Pere Sacama, des d'on podem observar una successió d'estrats discordants, que ens indiquen que la serralada Varisca ha quedat arrasada, comença amb conglomerats oligomíctics clast suportat de quars, amb una potència d'una desena de metres, i segueix amb una seqüència de gresos i argiles. Aquesta formació és del Triàsic inferior (245 Ma) i se li atorga aquest nom perquè va ser descrita per primera vegada a Alemanya, utilitzant unes roques equivalents. Al ser uns estrats de composició majoritàriament quarsítica formen un relleu prominent, arribant a fer una petita cinglera. D'altra banda, estratigràficament per sota, tenim les roques metamòrfiques del paleozoic, amb una foliació penetrant i molt rubefactat, és a dir, oxidat degut a les molècules de ferro del Buntsandstein que s'escolen i precipiten a les roques infrajacentes.

3) Estructures sedimentàries del Buntsandstein



Fig. 8 Estructures sedimentàries del Buntsandstein.

El Buntsandstein representa un ambient fluvial continental que fossilitza les estructures del plegament Varisc. Mentre fem camí per arribar a la cinglera podem trobar tot un seguit d'estructures sedimentàries associades als sistemes fluvials com per exemple estratificacions paral·leles, laminacions encreuades (figura anterior), còdols tous, bioturbacions, etc.

4) Fòssils i nòduls de sílex del Muschelkalk



Fig. 9 Nòduls de sílex al Muschelkalk inferior.

La següent cinglera està formada per les fàcies Muschelkalk inferior (235 Ma), una seqüència carbonàtica, alguns nivells més dolomititzats que d'altres, on podem veure estrats fortament bioturbats, nòduls de sílex (figura superior) (provinents de la dissolució de l'esquelet d'organismes silícics) o petites formes de dissolució de la roca produïdes per la dinàmica actual. Si parem prou atenció fins i tot podem trobar cavitats i empremtes formades per braquiòpodes (figura inferior).



Fig. 10 Cavitats formades per la dissolució de braquiòpodes.

5) Mirador del Vallès

Des d'aquest mirador podem veure tota la vall del Vallès. La seva geometria correspon a un graben, és a dir, una fossa tectònica, que ha estat reomplert per sediments d'edat Miocena. Aquests sediments són indicadors de l'edat de l'enfonsament perquè per poder sedimentar el material que provenia de la nova Serralada Prelitoral era necessària una fossa on dipositar-los.

Sobre l'aplicació

Aquesta aplicació ha estat desenvolupada gràcies al MIT App Inventor 2, una eina que permet crear aplicacions Android sense coneixements de programació, utilitzant un navegador web. Aquest projecte està lligat al Treball de Final de Grau en Geologia de Jordi Cerezo, dirigit per Albert Griera i co-tutoritzat per David Gómez, a qui vull agrair tota la seva ajuda i dedicació. El treball està dividit en dues parts: la de l'aplicació amb la descripció d'un seguit de parades i un estudi detallat de la zona de falla de Ribes Blaves.

Com instal·lar l'aplicació

Per poder instal·lar l'aplicació abans d'estar penjada a la Play Store s'ha de donar permisos especials al dispositiu mòbil. Accedint a "Ajustament" i després a "Seguretat" s'activa l'opció "Orígens desconeguts".

Aleshores només s'ha de descarregar l'aplicació des de l'adreça web següent o mitjançant el codi QR facilitat més avall i demanar-li al telèfon que l'executi.

Enllaç:

<https://www.dropbox.com/s/9ldqxfsu9y5crsc/RibesBlaves.apk>

Codi QR:



Manual d'instruccions

En entrar a l'aplicació l'usuari trobarà una petita introducció amb els objectius de l'aplicació, el mapa geològic de la zona amb les parades posicionades i diferents botons amb els que interactuar.

Aquests botons permeten a l'usuari navegar per l'aplicació mitjançant les pantalles de les que consta (Fig. 11). Hi ha botons que accedeixen a pantalles informatives com "Taula del Temps", Context Geològic" o "Glossari". En aquestes podem trobar la informació descrita per complementar la informació. D'altra banda hi ha els botons de parades en color taronja, la panoràmica en groc i l'itinerari en blanc. Per últim a la pantalla "Sobre l'aplicació" hi ha una petita descripció del treball i agraïments.

Glossari

Ambient fluvial

Fan-delta

Orogènia

Bioturbats

Farina de falla

Paleozoic

Cabussament

Fossa tectònica

Pangea

Dolomitització

Foliació

Plana al·luvial

Estratificació paral·lela

Graben

Placa tectònica

Estructures

Kink

Rubefactat

Estructures sedimentàries

Metagrauvaques

Triàsic

Fàcies

Metamorfisme

Xarnera

Falla

Neogen

Zona de falla



Fig. 11 Visualització de l'aplicació.

Altres figures

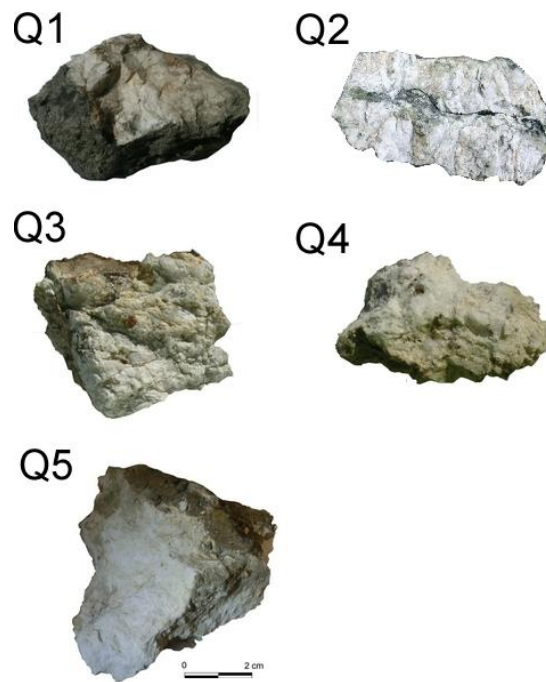


Fig. 12 Classificació utilitzada amb diferenciació del grau de fracturació del quars, com a mètode qualitatiu per conèixer el grau de fracturació de la roca.

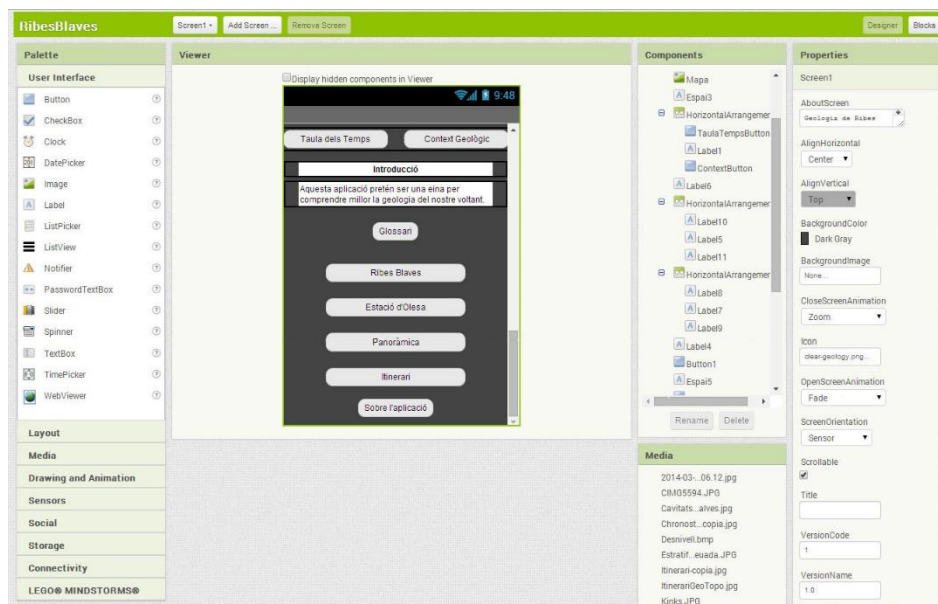


Fig. 13 Vista de l'MIT App Inventor 2. A la columna "Palette" (Esquerra) hi ha algunes de les opcions que ens permet utilitzar, una vegada col·locades apareixen a "Components" (dreta). Al "Viewer" (centre) es troba la distribució dels elements de la pantalla. "Media" (abaix a la dreta) hi ha una secció amb les fotografies que s'han anat utilitzant. "Properties" (dreta) correspon a les propietats de cada element, cadascun té unes propietats editables diferents.

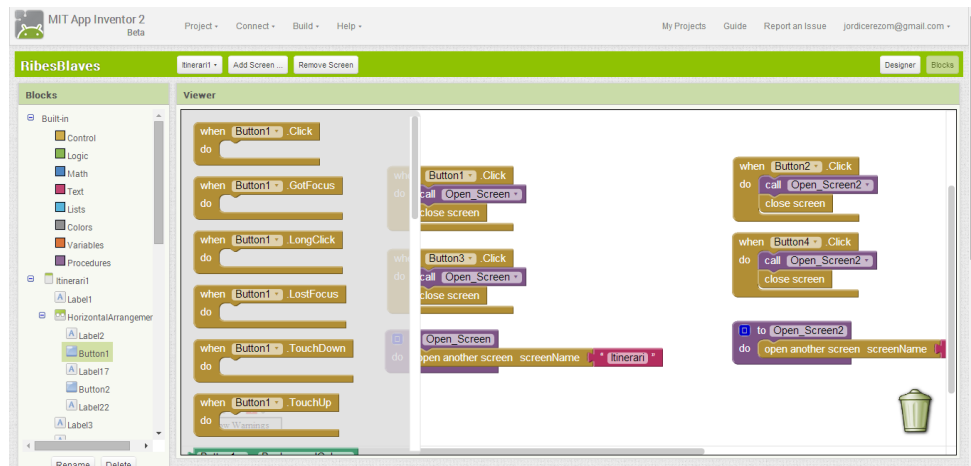


Fig. 14 A l'esquerra hi ha tots els elements que s'han posat a l'apartat "Designer" i que poden relacionar-se entre ells. Al clicar sobre un d'ells s'obre un menú (a la dreta de l'anterior) on hi ha totes les accions per interactuar. Per últim, en arrossegar una d'aquestes es van enllaçant els elements.

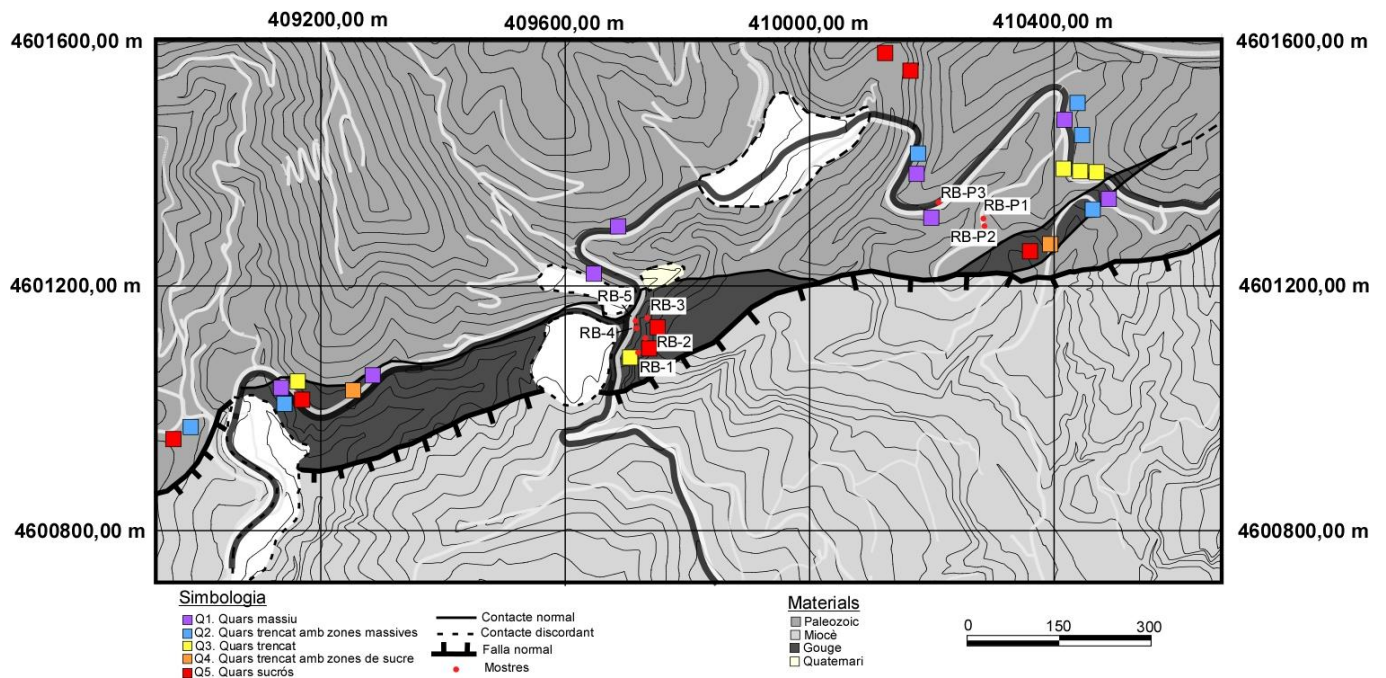


Fig. 15 Mapa geològic simplificat detallant la localització de les mostres de Ribes Blaves i el grau de fracturació del quars.